



TITLE:

相転移ダイナミクスにおける方向
秩序と弾性の結合(基研研究会「ソ
フトマターの物理学」,研究会報告)

AUTHOR(S):

内田, 就也

CITATION:

内田, 就也. 相転移ダイナミクスにおける方向秩序と弾性の結合(基研研究会「ソフトマターの物理学」,研究会報告). 物性研究 2002, 79(2): 193-193

ISSUE DATE:

2002-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/97365>

RIGHT:

相転移ダイナミクスにおける方向秩序と弾性の結合

内田就也 (東北大・理)

長距離方向秩序と弾性自由度の結合した系の相転移・相分離ダイナミクスについて2つの例を報告する。第1の例として液晶ゲルの相分離に伴うパターン形成を考える。液晶ゲルは液晶高分子を架橋して作られ、等方-ネマティック相転移に際して自発的に伸長する。一般に非一様な弾性系においては歪み場が長距離相互作用を媒介するが、液晶ゲルではこの相互作用が生み出す配向相関構造 [1] が外部応力を吸収する。この結果、配向が非一様な液晶ゲルは非常にソフトな大変形を示す [2]。液晶ゲルの相分離においては液晶相転移によるシア変形と体積相転移が協同する。密度とシア弾性率の結合を取り入れた非線形弾性のミニマルモデルによって2次元シミュレーションを行なった所、次のようなドメイン構造を得た [4]。(i) 収縮ネマティック-膨潤等方相分離：ネマティック相のドメインは自発伸長して2相の密度差から生じる界面応力を相殺し、等方的なゲルで見られる泡状ドメイン構造 [3] の結節部に折り畳まれる。(ii) 膨潤ネマティック-収縮等方相分離：界面での網目の連続性の要請から膨潤相における液晶配向は非一様となる。その結果上述のソフト弾性機構が働いて、液体の相分離で見られるような液滴状ドメイン構造が生じる。

第2の例として液晶膜の等方-ネマティック相転移を考える。液晶膜は2軸的な形状の界面活性剤からなる2重層流体膜で、液晶配向により異方的な自発曲率を持つ [5, 6]。配向と曲率の最低次の結合を取り入れた Ginzburg-Landau モデルにより相転移に伴う方向秩序化のダイナミクスを調べた [7]。数値シミュレーションの結果によると、方向相関距離は後期過程において時間の $0.12 \sim 0.13$ 乗に比例する遅い粗大化を示す。この巾指数は非保存性 XY モデルの秩序化において次元解析および数値計算から得られる値 $1/2$ および 0.42 に比べて非常に小さい。これは定性的には膜曲率の伝播が律速過程になっているためと解釈できる。位相欠陥の運動は(界面の運動と異なり)長距離に及ぶ秩序変数の変化を伴うため、膜曲率が欠陥間を伝播するまで自由エネルギーが緩和しない。このダイナミクスは拡散より遅く、次元解析による巾指数は $1/4$ (流体力学効果を入れた場合 $1/3$) となる。位相欠陥の構造における液晶ゲルとの静的アナロジーについても述べる。

参考文献

- [1] N. Uchida and A. Onuki, *Europhys. Lett.* **45**, 341 (1999).
- [2] N. Uchida, *Phys. Rev. E* **60**, R13 (1999); **62**, 5119 (2000).
- [3] K. Sekimoto *et al.*, *Phys. Rev. A* **39**, 4912 (1989).
- [4] N. Uchida, *Phys. Rev. Lett.* **89**, 025702 (2002).
- [5] W. Helfrich and J. Prost, *Phys. Rev. A* **38**, 3065 (1988).
- [6] R. Oda *et al.*, *Nature* **399**, 566 (1999).
- [7] N. Uchida, preprint.